



**19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND**

DEUTSCHES  
PATENTAMT

**Offenlegungsschrift**  
**DE 197 07 263 A 1**

⑤ Int. Cl.<sup>6</sup>:  
**G 01 D 18/00**  
G 01 P 3/44

② Aktenzeichen: 197 07 263.1  
 ② Anmeldetag: 24. 2. 97  
 ④ Offenlegungstag: 27. 8. 98

**DE 197 07 263 A 1**

⑦ Anmelder:  
Siemens AG, 80333 München, DE

72 Erfinder:  
Draxelmayr, Dieter, Dipl.-Ing. Dr., Villach, AT

⑤⑥ **Entgegenhaltungen:**

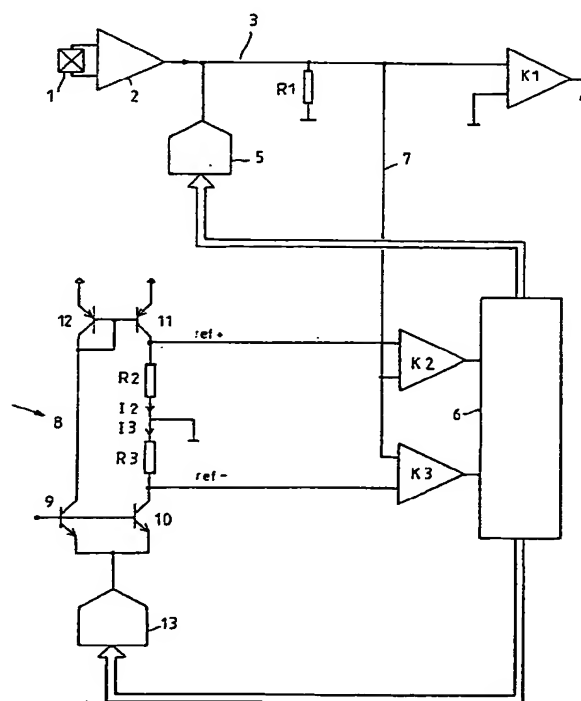
DE	44 01 949 C1
DE	1 95 04 871 A1
DE	44 01 525 A1
DE	43 10 384 A1
DE	39 43 386 A1
DE	36 40 242 A1
DE	35 36 020 A1
DE	34 29 854 A1
DE	34 18 906 A1
DE	34 10 292 A1
DE	32 01 811 A1
DE	30 46 797 A1
DE	24 57 520 A1

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

**Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt**

### ⑤4 Selbstkalibrierende Sensoranordnung

**(57)** Die Erfindung betrifft eine selbstkalibrierende Sensoranordnung mit einem Sensor (1) und einer im Ausgangskreis (3) des Sensors (1) liegenden Kalibrierschaltung zur Einstellung von Schaltpunkten. Die Kalibrierschaltung stellt einen Offset im Ausgangskreis (3) mittels eines Offset-D/A-Umsetzers (5) derart ein, daß die Schaltpunkte mit Referenzwerten zusammenfallen. Der Offset-D/A-Umsetzer (5) ist über eine Kalibrierlogik (6) angesteuert.



**DE 197 07 263 A 1**

## Beschreibung

Die vorliegende Erfindung betrifft eine selbstkalibrierende Sensoranordnung mit einem Sensor und einer im Ausgangskreis des Sensors liegenden Kalibrierschaltung zur Einstellung von Schalterpunkten.

Zur Erfassung der Bewegung bzw. des Lagezustandes von rotierenden Teilen werden bekanntlich Sensoren verwendet. Beispiele hierfür sind Kurbelwellen-, Nockenwellen-, Getriebe- und ABS-Sensoren in Automobilen.

Als solche Sensoren werden vorzugsweise Hall-Sensoren eingesetzt, die die Veränderung eines Magnetfeldes abtasten. Hierzu wird beispielsweise ein Permanentmagnet an einem ortsfesten Teil angebracht, um ein magnetisches Feld zu erzeugen. Dieses magnetische Feld wird dann von einem Zahnrad oder einem anderen ferromagnetischen Geber, das bzw. der an dem rotierenden Teil befestigt ist, je nach Lage moduliert. Der Hall-Sensor befindet sich dabei vorzugsweise zwischen dem Permanentmagnet und dem Zahnrad bzw. Geber und kann so Schwankungen des magnetischen Feldes detektieren. Liegt beispielsweise ein Zahn des Zahnrades im Magnetfeld, so wird ein "hohes" Ausgangssignal geliefert, während eine Lücke zwischen den Zähnen ein "niedriges" Ausgangssignal bedingt. Auf diese Weise kann aus dem von dem Hall-Sensor abgegebenen Signal auf die Lage bzw. Stellung eines rotierenden Teiles geschlossen werden.

Das von einem Sensor gelieferte Signal wird wesentlich durch die Betriebsbedingungen beeinflusst, unter denen der Sensor eingesetzt wird. Diese Betriebsbedingungen umfassen unvermeidbare Unwegbarkeiten, wie beispielsweise Arbeitstemperatur oder Größe des Luftspaltes usw. Trotz der durch die Betriebsbedingungen hervorgerufenen Schwankungen sollte der Sensor ein möglichst gut definiertes Ausgangssignal liefern. Das heißt, das Ausgangssignal sollte unabhängig von den durch die Betriebsbedingungen hervorgerufenen Schwankungen einen wohl definierten Verlauf haben. Die Ursache hierfür ist die folgende:

Liefert eine Sensoranordnung beispielsweise ein sinusförmiges Signal, so kann ein gut definiertes Verhalten eines durch die Sensoranordnung gesteuerten Systems dann erhalten werden, wenn Schaltvorgänge im System, die vom Ausgangssignal des Sensors abhängen, in den Nulldurchgängen dieses Signales vorgenommen werden. Diese Nulldurchgänge sind nämlich unabhängig von der jeweiligen Signalamplitude und besitzen außerdem eine große Flankensteilheit.

Selbstverständlich kann bei anderen Signalformen des Ausgangssignals des Sensors eventuell auch ein anderer Schalterpunkt als ein Nulldurchgang bzw. die Signalmitte von Vorteil sein.

Bei der Auswertung des Ausgangssignales eines Sensors zum Schalten eines über diesen Sensor gesteuerten Systems sollte also ein Schalterpunkt unabhängig von der Signalamplitude des Ausgangssignals des Sensors eingehalten werden, was selbst für sehr langsame Signale gilt.

Im einzelnen ist in VDI Berichte 1287, 1996, Seiten 583 bis 611, "Eine neue Generation von "Hall-Effekt"-Zahnrad-sensoren: Vorteile durch die Verbindung von BIMOS Technologie und neben Verpackungsrezepten" eine Sensoranordnung beschrieben, bei der zunächst die Amplitude des Ausgangssignals eines Sensor gegebenenfalls mit Hilfe eines Analog/Digital(A/D)-Umsetzers normiert wird. Sodann werden mit Hilfe von zwei weiteren A/D- und D/A-Umsetzern die Signalspitzenwerte erfaßt. Hieraus wird sodann eine Schaltschwelle abgeleitet und festgelegt. Auf diese Weise kann schließlich ein Systemverhalten erreicht werden, das im wesentlichen unabhängig von Temperatur-

schwankungen und der Breite des Luftspaltes ist. Der für diese Sensoranordnung erforderliche Aufwand ist jedoch relativ groß, da eine Verstärkungsanpassung und zahlreiche A/D-Umsetzer benötigt werden.

Es ist daher Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine selbstkalibrierende Sensoranordnung zu schaffen, die bei geringem Aufwand Schaltvorgänge in ausgewählten Punkten eines Ausgangssignales eines Sensors zuverlässig ausführt.

Diese Aufgabe wird bei einer selbstkalibrierenden Sensoranordnung der eingangs genannten Art erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß die Kalibrierschaltung einen Offset (bzw. eine Versetzung) im Ausgangskreis derart einstellt, daß die Schalterpunkte mit Referenzwerten zusammenfallen.

Vorzugsweise dient ein Offset-D/A-Umsetzer zur Einstellung des Offsets im Ausgangskreis, während eine Detektorschaltung aus einem Stromteiler und einem Stromspiegel Signalspitzen des Ausgangssignales des Sensors erfaßt und dazu dient, mittels Widerständen einen vorher bestimmten Schalterpunkt einzustellen. Damit bleibt dieser vorher bestimmte Schalterpunkt unabhängig von der Amplitude des Ausgangssignales und damit beispielsweise unabhängig von der Breite des Luftspaltes konstant.

Zwischen dem Offset-D/A-Umsetzer und der Detektorschaltung liegt eine Kalibrierlogik, die von Komparatoren angesteuert ist, denen die Ausgangssignale des Stromteilers und des Stromspiegels einerseits und das Ausgangssignal des Sensors andererseits zugeführt sind.

Die erfindungsgemäße selbstkalibrierende Sensoranordnung ist äußerst einfach aufgebaut, wobei zusätzliche Fehlerquellen, wie sie etwa durch Rauschen entstehen, ausgeschlossen sind.

Nachfolgend wird die Erfindung anhand der Zeichnung näher erläutert, in deren einziger Figur

ein Blockschaltbild der erfindungsgemäßen selbstkalibrierenden Sensoranordnung gezeigt ist.

Eine Hall-Sonde 1 speist über einen Verstärker 2 ein Ausgangssignal zu einem Ausgangskreis 3, in welchem ein Widerstand R1 gelegen ist, der einen Stromausgang als Ausgangssignal in eine Spannung umwandelt. Selbstverständlich ist auch eine andere Gestaltung der Schaltung möglich, bei der ein Spannungsausgang als Ausgangssignal einem Spannungssummierverstärker zugeführt wird.

Über einen ersten Komparator K1, der aus Gründen der Störunterdrückung vorzugsweise mit einer Hysterese ausgestattet ist, wird schließlich ein Ausgangssignal an einem Ausgangsanschluß 4 abgegeben.

Mittels einer Kalibrieranordnung aus insbesondere einem Offset-D/A-Umsetzer 5, der von einer Kalibrierlogik 6 angesteuert ist, wird der Offset bzw. die Versetzung des Ausgangssignales des Verstärkers 2 so eingestellt, daß der vorbestimmte Schalterpunkt genau bei einer Referenzspannung, beispielsweise Masse, zu liegen kommt. Dieser vorbestimmte Schalterpunkt, also beispielsweise die Signalmitte, wie dies eingangs erläutert wurde, wird mittels eines Spannungsteilers aus Widerständen R2 und R3 eingestellt. Damit ist gewährleistet, daß der Schalterpunkt unabhängig von der Signalamplitude bzw. der Breite des Luftspaltes konstant bleibt. Der Schaltungsaufbau des Ausgangskreises 3 ist äußerst einfach, so daß zusätzliche Fehlerquellen, wie sie beispielsweise durch Rauschen entstehen, praktisch ausgeschlossen sind.

Das Ausgangssignal der Hall-Sonde 1 bzw. des Verstärkers 2 wird über eine Leitung 7 im Ausgangskreis 3 abgegriffen und Eingängen von Komparatoren K2 und K3 zugeführt, an deren anderen Eingängen Spannungen ref+ und ref- von einer Transistor-Hilfsschaltung aus einem Stromteiler und einem Stromspiegel 8 liegen. In die Widerstände

R2 und R3 werden daher gleiche Ströme eingespeist. Mit Hilfe des Verhältnisses der Widerstandswerte der Widerstände R2 und R3 kann dann eine Signalmittenlage eingestellt werden. Wenn nämlich beispielsweise die Widerstandswerte der Widerstände R2 und R3 sowie die dort jeweils fließenden Ströme 12 und 13 gleich groß sind, so liegen die Spannungen  $\text{ref}+$  und  $\text{ref}-$  symmetrisch um das Bezugspotential, das im vorliegenden Fall Masse ist. Der Schaltungspunkt liegt also dann in der Signalmitte.

Gilt beispielsweise für die Widerstandswerte der Widerstände R2 und R3 die folgende Beziehung:  $R2 = 2 \times R3$  und  $I2 = I3$ , dann ist die Spannung  $\text{ref}+$  doppelt so weit entfernt vom Bezugspotential wie die Spannung  $\text{ref}-$ . In diesem Fall liegt der Schaltungspunkt dann bei  $1/3$  des Signalhubes.

Der Stromteiler bzw. der Stromspiegel weist außerdem noch Transistoren 9, 10, 11, 12 auf, wobei die Basis des Transistors 9 mit einer Vorspannung beaufschlagt ist und die Emittoren der Transistoren 11 und 12 mit einer Spannungsquelle verbunden sind.

Die Kalibrierlogik 6 arbeitet nun in der folgenden Weise: Wenn vom Ausgangssignal des Verstärkers 2 im Ausgangskreis 3 weder die Schaltschwelle des Komparators K2 noch die Schaltschwelle des Komparators K3 erreicht werden, liegt offensichtlich ein kleines Signal vor. In diesem Fall wird der Strom durch einen am Ausgang der Kalibrierlogik 6 liegenden Verstärkungs-D/A-Umsetzer 13, der mit den Emittoren der Transistoren 9, 10 verbunden ist, verringert.

Wird dagegen sowohl die Schaltschwelle des Komparators K2 als auch die Schaltschwelle des Komparators K3 durch das Ausgangssignal im Ausgangskreis 3 überschritten, so ist das Signal groß, was bedeutet, daß der Strom durch den Verstärkungs-D/A-Umsetzer 13 erhöht werden muß.

Spricht schließlich nur einer der beiden Komparatoren K2 und K3 auf das Ausgangssignal im Ausgangskreis 3 an, so ist die Signallage unsymmetrisch, und der Offset-D/A-Umsetzer 5 muß nachgeregelt werden.

Im eingeschwungenen Zustand der Sensoranordnung ist die Lage der Spannungen  $\text{ref}+$  und  $\text{ref}-$  so, daß sie die Signalspitzen des Ausgangssignales des Verstärkers 2 im Ausgangskreis 3 widerspiegeln. Zusätzlich ist der Offset des Ausgangssignales so geregelt, daß der ausgezeichnete Schaltungspunkt genau beim Bezugspotential, beispielsweise Masse, zu liegen kommt.

Es sei noch angemerkt, daß eventuelle Änderungen in der Verstärkungsanpassung, also in dem Verstärkungs-D/A-Umsetzer 13, keinen Einfluß auf den Schaltungspunkt haben, da dieser Signalpfad hiervon entkoppelt ist. Es ist also eine gute Reproduzierbarkeit des Ausgangssignales gewährleistet, was besonders für Kurbelwellen-Sensoren von Bedeutung ist.

Der Takt für die Kalibrierlogik 6 kann vom Ausgangssignal im Ausgangskreis 3 abgeleitet werden. Dies ist möglich, wenn vorausgesetzt wird, daß die Sensoranordnung insgesamt kalibriert ist, oder zumindest die Startwerte der Sensoranordnung zu einer regulären, wenn auch nicht genauen Funktion führen. Gegebenenfalls kann in einer Startphase ein Hilfstakt zugeführt werden, der den Offset von dem Offset-D/A-Umsetzer so lange verschiebt, bis am Ausgangskreis 3 ein Signal erscheint, wobei anschließend auf den "normalen" Betrieb umgeschaltet wird. Damit ist ein Anlaufen auch mit relativ ungünstigen Startwerten möglich.

Gegebenenfalls kann zu dem Ausgangskreis 3 noch ein Parallelpfad vorgesehen werden, der das Verhalten im unkalibrierten Zustand festlegt. Zusätzlich kann auch daran gedacht werden, einmal ermittelte Kalibrierwerte in einem permanenten Speicher, wie beispielsweise einem EEPROM oder einer FUSE, abzulegen und diese Werte sodann bei ei-

nem erneuten Anlaufen der Sensoranordnung im unkalibrierten Fall zu verwenden.

#### Patentansprüche

1. Selbstkalibrierende Sensoranordnung mit einem Sensor (1) und einem im Ausgangskreis (3) des Sensors (1) liegenden Kalibrierschaltung (6, 8, K2, K3, 13), **dadurch gekennzeichnet**, daß die Kalibrierschaltung einen Offset im Ausgangskreis (3) derart einstellt, daß die Schaltungspunkte mit Referenzwerten zusammenfallen.
2. Selbstkalibrierende Sensoranordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß einem Offset-D/A-Umsetzer (5), der den Offset im Ausgangskreis (3) einstellt, eine Detektorschaltung (8) zur Ermittlung von Signalspitzen im Ausgangssignal des Sensors (1) nachgeschaltet ist.
3. Selbstkalibrierende Sensoranordnung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Detektorschaltung aus einem Stromteiler (R2, R3) und einem Stromspiegel (9 bis 12) besteht.
4. Selbstkalibrierende Sensoranordnung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen dem Offset-D/A-Umsetzer (5) und der Detektorschaltung (8) eine Kalibrierlogik (6) liegt, die von Komparatoren (K2, K3) angesteuert ist, denen die Ausgangssignale des Stromteilers und des Stromspiegels (8) einerseits und das Ausgangssignal des Sensors andererseits zugeführt sind.
5. Selbstkalibrierende Sensoranordnung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen der Kalibrierlogik (6) und dem Stromteiler sowie dem Stromspiegel ein Verstärkungs-D/A-Umsetzer (13) angeordnet ist.
6. Selbstkalibrierende Sensoranordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß im Ausgangskreis (3) ein Widerstand (R1) und ein Komparator (K1) vorgesehen sind.

---

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

---

